

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 39 38 856 A 1

21 Aktenzeichen: P 39 38 856.5  
22 Anmeldetag: 23. 11. 89  
43 Offenlegungstag: 29. 5. 91

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 04 B 10/20  
H 04 B 10/24  
H 04 L 12/40  
H 04 L 12/26  
// H 04 L 12/46

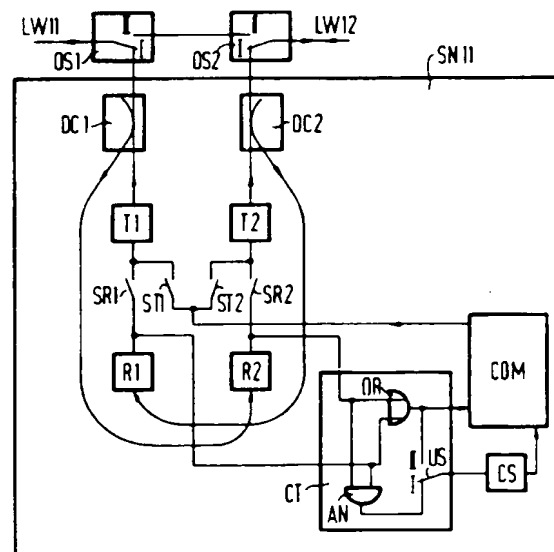
DE 39 38 856 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:  
Wartmann, Thomas, Dipl.-Ing., 8000 München, DE

54 Optisches Bussystem

Jede Teilnehmerstation weist zwei Sender (T1, T2) und zwei Empfänger (R1, R2) auf und jeder Sender sendet sein Ausgangssignal nur in je einen Leitungsbereich (LW1, LW2). Die beiden Empfänger (R1, R2) sind über Kreuz an jeweils den anderen der zur Teilnehmerstation gehörenden Leitungsbereiche (LW12, LW11) angekoppelt und es sind Mittel (SR1, SR2) vorgesehen, die beim Eintreffen eines Signals von einer anderen Teilnehmerstation (z. B. SN12) einen der Empfänger (R1) und einen der Sender (T1) aktivieren. Weiterhin sind Mittel (ST1, ST2) vorgesehen, welche im Falle einer Aussendung eigener Signale der Teilnehmerstation (SN11) beide Sender (T1, T2) mit der Signalquelle (COM) der Teilnehmerstation (SN11) verbinden und die Empfänger (R1, R2) deaktivieren. Eine Überwachungseinrichtung (CT) läßt die Aussendung von Signalen durch die Teilnehmerstation (SN11) nur dann zu, wenn keine andere Teilnehmerstation in das Bussystem einspeist.



DE 39 38 856 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein optisches Bussystem mit mehreren Teilnehmerstationen, von denen jede einen Sende- und einen Empfangsteil aufweist.

Aus der DE-PS 27 28 686 ist ein optisches Datenübertragungssystem bekannt, das mit einer Vielzahl von Datenstationen arbeitet, denen jeweils ein Sende- und ein Empfangsteil zugeordnet ist. Diese werden über Koppler an eine gemeinsame Sammelleitung (Busleitung) angeschlossen, wobei jeder Koppler einen Teil des auf der optischen Busleitung ankommenden Lichtes an der zugehörigen Datenstation vorbeileitet, während ein anderer Teil ausgekoppelt wird. Einige der Datenstationen sind gleichzeitig als Leitungsverstärker tätig, wobei der Aufbau so erfolgt, daß über die Koppler nur ein kleiner Teil des empfangenen Lichtes an der jeweiligen Station vorbeigeleitet wird, während die Koppler aller anderen Datenstationen den größeren Teil des empfangenen Lichtes vorbeileiten. Die Übertragung der Datensignale erfolgt ausgehend von einer Teilnehmerstation jeweils nach beiden Richtungen.

Es sind Netze bekannt (z.B. Norm nach ISO 8802/3; 802.3 oder 10 Base F), welche bevorzugt als Sternnetze ausgeführt werden. Dabei werden z.B. einzelne Segmente von Koaxialkabeln über Zwischenverstärker (Repeater) und Sende- Empfangskombinationen (Transceiver) mit einem optischen Sternkoppler verbunden. Alle Segmente oder Stationen müssen z.B. in einer Stockwerkverkabelung durch eine Stichleitung mittels eines Lichtwellenleiters mit dem optischen Sternkoppler verbunden werden. Die Stichleitung besteht aus jeweils einem Lichtwellenleiter für die Sendeseite und einem weiteren für die Empfangsseite.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Bussystem der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß ein möglichst ungehinderter Datenaustausch zwischen den einzelnen Stationen bei hoher Ausfallsicherheit möglich wird.

Gemäß der Erfindung, welche sich auf ein optisches Bussystem der eingangs genannten Art bezieht, wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß zumindest bei einem Teil der Teilnehmerstationen zwei Sender und zwei Empfänger vorgesehen sind, daß jeder Sender an je einen Leitungsbereich des Bussystems angeschlossen ist und sein Ausgangssignal nur in den zugehörigen Leitungsbereich einspeist, daß die beiden Empfänger über Kreuz an jeweils den anderen der zur Teilnehmerstation gehörenden Leitungsbereich angekoppelt sind, daß Mittel vorgesehen sind, die beim Eintreffen eines Signals auf einem der Leitungsbereiche von einer anderen Teilnehmerstation einen der beiden Empfänger und einen der beiden Sender aktivieren, derart, daß eine Weiterleitung des Signals auf den anderen Leitungsbereich erfolgt, daß Mittel vorgesehen sind, welche im Falle einer Aussendung eigener Signale der Teilnehmerstation beide Sender mit der Signalquelle der Teilnehmerstation verbinden und die Empfänger deaktivieren und daß eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, welche die Aufnahme der Aussendung von Signalen durch die Teilnehmerstation nur zuläßt, wenn keine andere Teilnehmerstation in das Bussystem einspeist.

Bei der Erfindung sind die gleichzeitig als Sende- und Empfangseinheit (Transceiver) arbeitenden Stationen auch als Streckenverstärker (Repeater) eingesetzt und auf diese Weise in die optische Busleitung eingeschleift. Sendet z.B. eine Station, so wird das Signal, im Gegensatz zu optischen Ringen, nach beiden Seiten gleichzei-

tig weitergeleitet, wobei die beiden Sender der Station aktiviert sind.

Das von einer anderen Teilnehmerstation kommende Signal wird über optische Koppler, insbesondere optische Richtkoppler, ausgekoppelt und steht als Datenstrom zur Weiterverarbeitung zur Verfügung. Gleichzeitig wird dieses Signal (da es auch für andere Stationen bestimmt sein könnte) an die nächste Teilnehmerstation weitergeleitet. Jede einzelne Teilnehmerstation regeneriert dabei das optische Signal.

Durch die zusätzliche Überwachungsschaltung wird sichergestellt, daß nicht zwei oder mehr Teilnehmerstationen zur gleichen Zeit Signale aussenden können. Auf diese Weise ist ein störungs- und unterbrechungsfreier Betrieb des Gesamtsystems gewährleistet.

Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung den Aufbau eines optischen Übertragungsnetzes (Ethernet) und

Fig. 2 den Aufbau einer Teilnehmerstation gemäß der Erfindung.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten optischen Netz sind zwei optische Bussysteme OB1 und OB2 vorgesehen. Das Bussystem OB1 besteht jeweils aus einer Folge von optischen Leitungselementen (Lichtwellenleitern), LW11—LW1n und Teilnehmerstationen SN11—SN1n. An den Enden ist jeweils ein reflexionsfreier Abschluß RX11 und RX12 angebracht. Beim zweiten Bussystem OB2 sind die Lichtwellenleiter-Verbindungsstücke mit LW21—LW2n bezeichnet und die entsprechenden Teilnehmerstationen mit SN21—SN2n. Am Ende der optischen Übertragungsleitungen sind reflexionsfreie Abschlüsse RX21 und RX22 vorgesehen.

Die Verbindung der beiden Bussysteme (Netze) OB1 und OB2 erfolgt über Transceiver TR11 und TR21, denen sogenannte AUI-Kabel (AUI = Attachment Unit Interface) AC1 und AC2 und ein Signalverstärker (Repeater) RP1 nachgeschaltet sind.

Die Repeater regenerieren das Signal nach der Amplitude und führen ein Retiming durch. Sie vermindern dadurch den Jitter auf der Übertragungsstrecke. Abweichend von der Norm 802.3 oder später 10 Base F, wo der Repeater mit AUI-Kabeln optische Sterne verbindet, könnte man auch Repeaterfunktionen in die Busstationen integrieren.

An das Netz OB2 ist ein Trans AUI-Kabel AC3 angeschlossen, auf das ein Verstärker (Repeater) RP2 folgt. Über ein weiteres AUI-Kabel AC4 ist ein koaxialer Transceiver CL angeschlossen, an dessen Ausgang ein Koaxialkabel AC5 vorgesehen ist.

AUI-Kabel verbinden in herkömmlichen Netzen nach 802.3 — wie z.B. 10 Base 2 (dünnes Ethernetkabel RG58AU), 10 Base 5 (dickes Ethernetkabel) oder im 10 Base T (Twisted Pair Ethernet), 10 Base F (LWL Netze) — die Transceiver mit Rechnern oder Repeatern. Diese Konfigurationen können dann hergenommen werden um Segmente über Repeater zu verbinden, um optische Sternkoppler an Kupfersegmente anzuschließen usw. Das Kabel selbst ist ein 8-adriges Kabel bei dem jede Ader einzeln abgeschirmt ist. Seine maximale Länge beträgt 50 m.

Über Koppler CA1—CA3 werden Rechner COM1—COM3 über AUI-Kabel AR1—AR3 an die durchgehende Leitung AC5 angeschlossen. Diese Leitung ist an ihrem Ende mit Widerständen CX1 und CX2

reflexionsfrei abgeschlossen.

Bei der Erfindung wird die Ausfallsicherheit durch das optische Relais gewährleistet und ein zweiter Lichtwellenleiter im Ring wird nicht benötigt.

Es können Teilfunktionen von Repeatern, wie sie in Fig. 1 eingesetzt sind, durch die Stationen übernommen werden, z.B. die Amplitudenregeneration des Signales. Durch ein Prüfsignal, wie es z. Zt. bei den nach den 10 Base F-Empfehlungen bei Sternsystemen verwendet wird (1 MHz) könnten die Stationen ihre Funktion überprüfen. Wird an jedem Ende eines Segmentes eine Schaltung angebracht die das Prüfsignal aussendet, kann jede Station feststellen, an welcher Seite die Übertragungsstrecke unterbrochen oder fehlerhaft ist. So können einfache Fehler in der Übertragungsstrecke ermittelt werden (Kabelbruch, Überschreitung der Systemreserve usw.). Gibt man den Stationen als eine weitere Funktion eines Repeaters das Segmentieren (Abtrennen von Netzsegmenten), so kann jede Station ein Teilsegment an der schadhaften Stelle segmentieren.

Ist der Fehler in der Mitte des Segmentes, kann die andere schadhafte Hälfte segmentiert werden, ohne gleich das ganze Segment lahmzulegen, wie es bei Koaxnetzen nach 802.3 zwingend notwendig ist.

Es ist noch zu erwähnen, das auch eine Dämpfungserhöhung im Kabel (Ursachen sind Degradationserscheinungen in Steckern, Zusatzdämpfungen in Rangierfeldern usw.), sofern sie die Dynamik der optischen Empfänger überschreitet, die Bitfehlerrate ansteigen läßt. Dies kann auch durch das Prüfsignal festgestellt werden und muß zum Segmentieren führen. Das Hubmanagement kann also genauso wie beim Sternnetz durchgeführt werden.

Das Netz erleidet somit durch die Busstruktur keinen Nachteil gegenüber sternförmigen LWL-Netzen, sondern hat sogar bessere Eigenschaften als ein Kupfernetz nach 802.3. Das System hat somit mindestens die gleiche Zuverlässigkeit wie die Sternnetze. Zu beachten ist vor allem der wesentlich geringere Verkabelungsaufwand gegenüber dem Sternnetz. Außerdem entfallen die optischen Transceiver und die Überwachungseinrichtungen für jede optische Teilstrecke. Da die Überwachungsfunktion in den Stationen durchgeführt wird, kann das aufwendige Implementieren des Hubmanagements in die Sternkoppler oder andere optische Komponenten entfallen.

Bei der Ankopplung der Teilnehmerstationen SN11—SN2n nach Fig. 1 muß sichergestellt sein, daß jede Station innerhalb eines Bussystems, z.B. OB1 alle anderen Stationen erreichen kann, ferner daß nicht zwei Stationen gleichzeitig im Betrieb sind und daß die Signale von einer Teilnehmerstation auch über mehrere andere Teilnehmerstationen hinweg zu einer weiter entfernten Teilnehmerstation gelangen können.

Dies wird mit einer Anordnung erreicht, wie sie in schematischer Darstellung in Fig. 2 gezeichnet ist. Im einzelnen handelt es sich dabei um den Aufbau einer Teilnehmerstation, z.B. der Teilnehmerstation SN11 aus Fig. 1. Diese ist an die beiden Lichtwellenleiterstücke LW11 und LW12 angeschlossen, wobei diese zu jeweils einem Sender T1 und T2 geführt sind. Beide Sender können einseitig über Schalter ST1, ST2 an eine gemeinsame Signalquelle, z.B. einen Rechner COM angeschlossen werden. Dessen Daten werden dann beiden Sendern T1 und T2 zugeführt und gelangen auf die beiden optischen Leitungen LW11 und LW12 des Bussystems. Damit ist sichergestellt, daß der Datenstrom von der jeweiligen Teilnehmerstation aus nach beiden Richtungen läuft.

tungen läuft.

Die beiden Empfänger R1 und R2 der Teilnehmerstation SN11 sind über Koppler, vorzugsweise Richtkoppler DC1 und DC2 über Kreuz an die Lichtwellenleiter LW11 und LW12 angeschlossen, d.h. bezüglich der Sender T1 und T2 gerade vertauscht. Somit ist der Empfänger R2 an die optische Leitung LW11 angekoppelt, während der Empfänger R1 an die optische Leitung LW12 angekoppelt ist. Wenn die jeweilige Teilnehmerstation SN11 nicht sendet, d.h. keine Datensignale von der Signalquelle COM geliefert werden, dann sind die beiden Schalter ST1 und ST2 geöffnet, während einer der beiden Schalter SR1 und SR2 geschlossen ist. Dies hat zur Folge, daß der aus den Bus-Leitungsabschnitt LW12 über den Koppler DC2 ausgekoppelte Signalteil (welcher z.B. von der Station SN12 kommt) dem Empfänger R1 zugeführt wird und über den geschlossenen Schalter SR1 zum Sender (Ausgangsverstärker) T1 gelangt. Dieser liefert das Signal an den Leitungsabschnitt LW11.

Kommt umgekehrt ein Signal auf dem Leitungsabschnitt LW11 an, dann koppelt dieses der Koppler DC1 aus und führt des dem Empfänger R2 zu. Da in diesem Zeitpunkt der Schalter SR2 geschlossen ist, wird der Sender T2 aktiviert und gibt das auf dem Leitungsabschnitt LW11 ankommende Signal an den Leitungsabschnitt LW12 weiter. Eine rückwärts gerichtete Verkopplung, durch Auskoppeln des Sendesignals über den jeweils nachfolgenden Koppler ist dadurch in einfacher Weise vermeidbar, daß diese Koppler als Richtkoppler ausgebildet werden, d.h. sie haben eine für (eigene) Sendesignale (also z.B. der Richtkoppler DC1 für die Sendesignale von T1) sehr hohe Dämpfung, so daß eine Rückwärts-Kopplung nicht auftritt bzw. vernachlässigt werden kann.

Wenn über einen der Leitungsabschnitte LW11 oder LW12 des Bussystems Empfangssignale für die Teilnehmerstation SN11 eintreffen, dann stehen diese am Ausgang des Empfangsverstärkers R2 bzw. R1 zur Verfügung und werden von dort über ein ODER-Gatter OR der Datenverarbeitungsanlage COM (z.B. einem Rechner) zugeführt. Da das Signal jeweils nur von einem der Leitungsabschnitte LW11 bzw. LW12 des Bussystems herkommen kann, ist auch nur einer der Empfänger R1 bzw. R2 aktiviert, wenn ein an die jeweilige Station SN11 gerichtetes Empfangssignal eintrifft. An den beiden Ausgängen der Empfänger R1 und R2 ist weiterhin ein UND-Gatter AN angeschlossen, dessen Ausgang zu einem Kontakt eines Umschalters US geführt ist, dessen zweiter Kontakt mit dem Ausgang des ODER-Gatters OR verbunden ist. Der durch die Elemente OR, AN und den Umschalter US gebildete Schaltungsteil CT stellt eine Überwachungsschaltung dar und soll sicherstellen, daß nicht die eigene Station SN11 anfängt zu senden zu einem Zeitpunkt, wo eine andere Station bereits Signale in das Bussystem einspeist. Dabei wird das auf eine Kollision hinweisende Ausgangssignal an den Rechner bzw. die Signalquelle COM weitergegeben, und hindert diese solange an der Ausgabe von Signalen, solange ein anderer Teilnehmer das Bussystem belegt hat.

Beim Empfangen sind also die Schalter ST1 und ST2 geöffnet und SR1 und SR2 geschlossen.

Durch das ODER-Gatter OR werden die Daten entweder von LW11 oder von LW12 kommend zum Rechner COM geführt. Wird sowohl von LW11 als auch von LW12 her gesendet, so liegt eine Kollision vor, da zwei Stationen gleichzeitig senden. Durch das UND-Gatter AN wird am Ausgang ein Kollisionssignal erzeugt und der mit dem Rechner COM verbundenen

Kollisionssignal-Schaltung CS zugeführt (Schalter US in Position I).

Beim Senden sind die Schalter ST1 und ST2 zu und SR1 sowie SR2 geöffnet. Die Daten vom Rechner COM werden zu den Schaltern ST1 und ST2 übertragen und durch diese nach beiden Seiten, also in Richtung LWL11 und LWL12 gesendet. Wird gleichzeitig über die Empfänger R1 und (oder) R2 etwas empfangen, so wird über dem Schalter US die Datenleitung zum Rechner COM für die Kollisionserkennung hergenommen (US in Position II). Allgemein gilt, daß das Kollisionssignal nicht durch Verknüpfung der Datenströme durch Gatter erzeugt wird. Das eigentliche Kollisionssignal wird daraus abgeleitet (in CS). Dies kann durch Monoflop's oder ähnliche Schaltglieder geschehen.

Die Schalter SR1, SR2, ST1, ST2 und US können natürlich auch als elektronische Schaltelemente (z.B. Kippstufen oder dgl.) ausgebildet sein. Die Darstellung als Schalter wurde deswegen gewählt, um die Gesamtanordnung übersichtlicher zu gestalten.

In Fig. 2 sind zwei optische Relais OS1 und OS2 vorgesehen, welche in der Schaltstellung I den Betrieb der jeweiligen Teilnehmerstation ermöglichen. Beim Umlagen der Schalter in die Position II ist die jeweilige Teilnehmerstation abgeklemmt und die Lichtwellenleiterstrecken LWL11 und LWL12 sind direkt miteinander verbunden.

Die Schaltungsanordnung CT zur Kollisionserkennung nach Fig. 2 muß eine Einrichtung enthalten, welche das Datennutzsignal von einem Prüfsignal unterscheiden kann, da dieses an beiden Enden eingespeist wird und so eine Kollision erzeugen würde. Beim Anlegen des Prüfsignals wird die Schaltung CT zur Kollisionserkennung gesperrt. Die Information, daß das Prüfsignal links bzw. das Prüfsignal rechts vorhanden ist, wird nach einer Filterung des Prüfsignals den Eingängen des ODER-Gatters OR entnommen. Das Prüfsignal hat hierzu eine eigene, von den übrigen Nachrichtensignalen unterscheidbare spezielle Frequenz, so daß durch Einsatz entsprechender Filter mit auf diese Frequenz abgestimmten Durchlaßfrequenzbereich die Unterscheidung in einfacher Weise möglich ist.

Die Reaktion, z.B. der Teilnehmerstation SN11 auf eine fehlerhafte Übertragungsstrecke ist die permanente Öffnung des Schalters SR2, wenn rechts von der Station ein Fehler auftritt. Umgekehrt erfolgt eine permanente Öffnung des Schalters SR1, wenn links von der Station SN11 ein Fehler auftritt. Dies gilt sowohl beim Senden wie beim Empfangen. Auf diese Weise ist ein Durchschleifen der Nutzdaten durch die Station und eventuell durch eine defekte Strecke zu verhindern.

Beim Senden von Daten wird das Prüfsignal üblicherweise abgeschaltet.

#### Patentansprüche

1. Optisches Bussystem mit mehreren Teilnehmerstationen (SN11—SN1n), von denen jede einen Sende- und einen Empfangsteil aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest bei einem Teil der Teilnehmerstationen zwei Sender (T1, T2) und zwei Empfänger (R1, R2) vorgesehen sind, daß jeder Sender (T1, T2) an je einen Leitungsbereich (LW1, LW2) des Bussystems angeschlossen ist und sein Ausgangssignal nur in den zugehörigen Leitungsbereich (LW1, LW2) einspeist, daß die beiden Empfänger (R1, R2) über Kreuz an jeweils den anderen der zur Teilneh-

merstation gehörenden Leitungsbereich angekoppelt sind,

daß Mittel vorgesehen sind, die beim Eintreffen eines Signals auf einem der Leitungsbereiche (z.B. LW12) von einer anderen Teilnehmerstation (z.B. SN12) einen der beiden Empfänger (R1, R2) und einen der beiden Sender (z.B. T1) aktivieren, derart, daß eine Weiterleitung des Signals auf den anderen Leitungsbereich (LW11) erfolgt,

daß Mittel (ST1, ST2) vorgesehen sind, welche im Falle einer Aussendung eigener Signale der Teilnehmerstation (SN11) beide Sender (T1, T2) mit der Signalquelle (COM) der Teilnehmerstation (SN11) verbinden und die Empfänger (R1, R2) deaktivieren und

daß eine Überwachungseinrichtung (CT) vorgesehen ist, welche die Aufnahme der Aussendung von Signalen durch die Teilnehmerstation (SN11) nur zuläßt, wenn keine andere Teilnehmerstation in das Bussystem einspeist.

2. Optisches Bussystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die freien Enden des Bussystems (DB1) reflexionsfrei (RX11, RX12) abgeschlossen sind.

3. Optisches Bussystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ankopplung der Empfänger (R1, R2) an das Bussystem (LW11, LW12) über Richtkoppler (DC1, DC2) erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



FIG 2

